

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

STUDIE A METODY MĚŘENÍ
PRODYŠNOSTI PLOŠNÝCH TEXTILIÍ

STUDY AND MEASURING METHODS OF
THE FABRIC AIR PERMEABILITY

Liberec 2006

VENDULA HOUŠKOVÁ

Originální zadání

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že s o u h l a s í m s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 10. 5. 2006

.....

Podpis

POĎEKOVÁNÍ

Dovolte Mi abych na tomto místě poděkovala Ing. Daniele Lonkové, vedoucí bakalářské práce za cenné připomínky a rady ke zpracování. Dále bych chtěla poděkovat Svým rodičům za jejich podporu při studiu.

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na prodyšnost plošných textilií. Zabývá se parametry textilie ovlivňující prodyšnost. Rozvinuta je zde pórovitost a průměry mezivláknových pórů. Zahrnuty jsou i modely pro stanovení pórovitosti tkanin. Věnuje se i deformacím textilie, které vznikají účinkem proudícího vzduchu, především vertikálnímu a horizontálnímu nárůstu porozity. Dále je zaměřena na měření prodyšnosti plošných textilií a používaná zařízení pro tato měření. Jsou uvedena také některá speciální zařízení na měření prodyšnosti.

ABSTRACT

The dissertation is concentrated on air permeability of fabric. It interested in factors which have impact on air permeability of fabric. For account are also taken models and technologies for which the porosity of fabric is determined. Other part is focused on deformations of fabric which are result of influence of flowed air and their vertical and horizontal porosity grow as a result of this load. Other part is focused on fabrics air of permeability testers and on apparatuses used for it, some special sets for air permeability tests are refere there, too.

KLÍČOVÁ SLOVA - KEY - WORDS

Plošná textilie - Fabric

Prodyšnost – Air permeability

Pórovitost - Porosity

Pór – Pore

Zařízení na měření prodyšnosti – Air Permeability Tester

POZSAH PRÁCE

Počet stran: 61

Počet obrázků: 36

Počet vzorců: 55

Počet tabulek: 2

OBSAH

PROHLÁŠENÍ	3
PODEKOVÁNÍ	4
ABSTRAKT	5
ABSTRACT	5
KLÍČOVÁ SLOVA - KEY - WORDS	6
POZSAH PRÁCE	6
OBSAH	7
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	9
ÚVOD	12
1. PROPUSTNOSTI	13
1.2 ROZDĚLENÍ PROPUSTNOSTÍ	13
2. PRODYŠNOST – PROPUSTNOST VZDUCHU	14
2.1 VYUŽITÍ PRODYŠNOSTI VZDUCHU VE SPECIALIZOVANÝCH OBORECH.	14
2.1.1 Sport	14
2.1.2 Lékařství	15
3. PARAMETRY OVLIVŇUJÍCÍ PRODYŠNOST	16
3.1 STRUKTURA PŘÍZE	16
3.1.1 Jemnost vláken	16
3.1.2 Průměr příze	17
3.1.3 Jemnost příze	17
3.1.4 Směr zákrutu	17
3.2 STRUKTURA PLOŠNÉ TEXTILIE	18
3.2.1 Plošná hmotnost	18
3.2.2 Objemová měrná hmotnost	18
3.2.3 Tloušťka	18
3.3 KONSTRUKCE PLOŠNÉ TEXTILIE	19
3.3.1 Tkaniny	19
3.3.1.1 Dostava tkaniny	19
3.3.2 Pleteniny	20
3.3.3 Netkané textilie	20
3.4 ZAPLNĚNÍ TEXTILNÍCH VLÁKENNÝCH ÚTVARŮ	20
3.4.1 Objemová definice zaplnění	20
3.4.2 Plošná definice zaplnění	21
3.4.3 Hmotnostní interpretace zaplnění	22
3.5 FINÁLNÍ ÚPRAVY TEXTILIÍ	22
3.5.1 Násoování	22
3.5.2 Kalandrování	23
3.5.3 Tužící úprava	23
3.5.4 Hydrofobní úprava	23
3.5.5 Oleofobní úprava	23
4. POROSITA (PÓROVITOST) A PRŮMĚR MEZIVLÁKENNÉHO PÓRU	24
4.2. STANOVENÍ PÓROVITOSTI SMĚSOVÝCH MATERIÁLŮ [8]	25
4.3 PÓROVITOST A PRŮMĚR MEZIVLÁKENNÉHO PÓRU PODLE NECKÁŘE	25
5. STANOVENÍ POROSITY TKANIN	28
5.1 KLASICKÁ 2-D INTERPRETACE POROSITY TKANINY	28
5.2 MODIFIKOVANÁ 2-D INTERPRETACE POROSITY TKANINY	28
5.3 JEDNOTKOVÉ PÓROVÉ BUŇKY VE TKANINĚ	29
5.3.1 Pór typu 1	29
5.3.2 Pór typu 2	30

5.3.3 Pór typu 3	31
5.3.4 Pór typu 4	32
5.4 3-D MODEL POROSITY TKANINY PODLE HAVRDOVÉ	33
5.4.1 Porosita tkaniny s libovolným typem vazby.....	34
5.4.2 Orientace pórů ve střídě vazby.....	34
5.5 STANOVENÍ PÓROVITOSTI POMOCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY	34
6. DEFORMACE TKANINY VZNIKAJÍCÍ PŘI PRODYŠNOSTI.....	36
6.1 HORIZONTÁLNÍ NÁRŮST POROSITY TKANINY V PROUDU VZDUCHU	37
6.2 VERTIKÁLNÍ NÁRŮST POROSITY TKANINY PROUDEM VZDUCHU	38
6.3 ABSOLUTNÍ VELIKOST PÓRŮ V JEDNOTLIVÝCH PÓROVÝCH BUŇKÁCH	41
7. ZJIŠŤOVÁNÍ PRODYŠNOSTI	42
7.1 DOPORUČENÉ ZKUŠEBNÍ PODMÍNKY	42
8. ZAŘÍZENÍ NA MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI.....	43
8.1 SCHÉMA ZAŘÍZENÍ NA MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI	43
8.2 ZAŘÍZENÍ NA MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI	44
8.2.1 Přístroj na měření prodyšnosti TEXTTEST FX 3300.....	44
8.2.2 Přístroj na zjišťování prodyšnosti „SDL M 021 S“	45
8.2.3 Přístroj na zjišťování propustnosti vzduchu MEFATEM FF 12/A	46
8.2.4 Přístroj pro stanovení prodyšnosti textilií č. v. 2104 P1	47
8.2.5 Přístroj na měření prodyšnosti BRANCA 37/S	48
8.2.6 Digitální přístroj na měření prodyšnosti A0002D	49
8.2.7 Přístroj na měření prodyšnosti PROFILAIR FX 3386	50
8.2.8 Zařízení na měření prodyšnosti vyvíjené na katedře KOD.....	51
8.2.9 Přístroj na měření prodyšnosti AKUSTRON	52
8.2.10 Přístroj na měření prodyšnosti FRAZIER	53
8.3 SPECIELNÍ ZAŘÍZENÍ NA MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI.....	54
8.3.1 AIRBAG – TESTER FX 3350.....	54
8.3.2 Přístroj na měření prodyšnosti plynů VAC – V1	54
8.3.3 Přístroj na měření prodyšnosti plynů BTY-BIP.....	55
8.4 VÝHODY A NEVÝHODY MĚŘÍCÍCH ZAŘÍZENÍ	55
ZÁVĚR.....	56
SEZNAM OBRÁZKŮ:.....	57
SEZNAM VZORCŮ	58
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:.....	59
POUŽITÁ LITERATURA	60

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Δp	[Pa]	rozdíl tlaků
t	[MTex]	jemnost vláken
m	[kg]	hmotnost
l	[m]	délka
s	[m ²]	plocha průřezu vláken
ρ_s	[kg/m ²]	plošná měrná hmotnost
ρ_v	[kg/m ³]	objemová měrná hmotnost
h	[m]	tloušťka
V_t	[m ³]	objem textilie
S	[m ²]	plocha textilie
p_m	[Pa]	měrný tlak
F	[N]	zatěžující síla
S_c	[m ²]	plocha čelistí
D_o	[1/m]	dostava osnovy
D_u	[1/m]	dostava útku
n	[-]	počet nití
H_c	[1/m ²]	plošná hustota pleteniny
H_s	[1/m]	hustota sloupků pleteniny
$H_{ř}$	[1/m]	hustota řádků pleteniny
T	[tex]	jemnost příze
μ	[-]	zaplnění
V	[m ³]	objem vláken
V_c	[m ³]	celkový objem
a	[m]	šířka vlákenného útvaru
b	[m]	délka vlákenného útvaru
s_j^*	[m ²]	řezná plocha vlákna
S_v	[m ²]	souhrnná plocha průřezů vláken
S_p	[m ²]	celková řezná plocha vláken
γ	[kg/m ³]	měrná hmotnost vlákenného útvaru
M	[kg]	hmotnost vlákenného útvaru
ψ	[-, %]	pórovitost textilie

ρ_{vl}	[kg/m ³]	měrná hmotnost vláken
ρ_v	[kg/m ³]	objemová měrná hmotnost textilie
ρ_{vfk}	[kg/m ³]	měrná hmotnost klimatizovaných vláken
v_p	[-]	vlhkostní přírážka
K	[-]	vlhkostní faktor
ρ_{svl}	[kg/m ³]	měrná hmotnost suchých vláken
ρ_H	[kg/m ³]	měrná hmotnost vody
ρ_{sm}	[kg/m ³]	měrná hmotnost směsí
ρ_{vljk}	[kg/m ³]	měrná hmotnost j-té komponenty klimatizovaných vláken
v_j	[%]	obsah j-té komponenty ve vlákenné směsi
V_{mp}	[m ³]	objem mezivláknenných pórů
L	[m]	úhrnná délka všech vláken v útvaru
d	[m]	průměr vláken
o	[m]	obvod příčného řezu vláken
q	[-]	tvarový faktor průřezu vlákna
A	[m ²]	povrch vláken
A_{p1-4}	[m ²]	povrch pórů typu 1-4
ξ	[m]	obecná geometrická statistika
d_o	[m]	průměr osnovních nití
d_u	[m]	průměr útkových nití
P_G	[m ²]	podíl otevřené plochy tkaniny
n_{so}	[-]	počet vazných bodů ve střídě vazby, ve směru osnovy
n_{su}	[-]	počet vazných bodů ve střídě vazby, ve směru útku
A_o	[m]	rozteč osnovních nití
A_u	[m]	rozteč útkových nití
W	[m]	obvod póru
V_{cp}	[m ³]	celkový objem jakékoliv pórové buňky
V_{1-4}	[m ³]	objemy pórových buněk typu 1-4
m_{1-4}	[-]	počet jednotlivých pórových buněk
ρ_{vz}	[kg/m ³]	měrná hmotnost vzduchu
w	[m/s]	rychlost proudícího vzduchu
ζ	[-]	ztrátový součinitel
S_{def}	[m ²]	plocha deformovaného vzorku
R	[m]	poloměr zakřivení vzorku

v	[m]	velikost průhybu vzorku
S_v	[m ²]	upínací plocha vzorku
A_{pc}	[m ²]	celková plocha pórů vzorku upnutého do přístroje
ψ_{def}	[-]	porozita vzorku deformovaného účinkem proudícího vzduchu
V_{ZO-}	[m ³]	objem nezakříženého spojovacího úseku osnovní nitě
V_{ZO+}	[m ³]	objem zakříženého spojovacího úseku osnovní nitě
\varnothing_o	[°]	úhel provázání osnovní nitě
A_{p1}	[m ²]	plocha póru typu 1
E_l	[m ²]	plocha poloviny elipsy
l_f	[m]	délka flotujícího úseku nitě
z	[m]	výška vydutí flotáže
p_l	[-]	počet nazakřížených úseků nitě v dané flotáži
S_s	[1/m]	velikost střídý vazby
s_o	[-]	počet vazných bodů ve střídě ve směru osnovy
s_u	[-]	počet vazných bodů ve střídě ve směru útku
p_s	[-]	počet stříd vazby na 1m ²
E	[m ²]	celková plocha průřezu horizontálních pórů
p_f	[-]	počet flotáží ve střídě vazby
d_h	[-]	hydraulický průměr póru
a_p	[m]	šířka průmětu póru
b_p	[m]	výška průmětu póru
P	[mm/s]	prodyšnost
ρ_{vv}	[l/min]	průměrný objem vzduchu
S	[cm ²]	zkušební plocha vzorku

ÚVOD

Prodyšnost textilií je jednou ze základních uživatelských vlastností. Při nošení oděvu hraje velmi důležitou roli fyziologický komfort. Tímto pojmem rozumíme stav lidského organismu, kdy jsou fyziologické funkce v rovnováze a který je subjektem vnímán jako pohodlí. Fyziologicko-hygienické vlastnosti oděvu jsou prodyšnost, propustnost vodních par, propustnost vody, tepelně izolační vlastnosti a navlhavost. Tyto vlastnosti umožňují regulaci oděvního mikroklima, které podmiňuje subjektivní pocity člověka, jeho náladu a pracovní schopnosti. U technických textilií je prodyšnost nedílnou součástí kvality výrobku, u některých textilií je prodyšnost požadována u jiných je považována za nežádoucí. K prodyšnosti dochází na základě rozdílného barometrického tlaku na obou stranách textilie. U oděvů je to převážně od organismu do okolního prostředí.

Tato práce je zaměřena na parametry ovlivňující prodyšnost. Zejména na pórovitost a průměr mezivláknenného póru textilií. Pro stanovení pórovitosti tkanin je několik modelů, které jsou v této práci také zmíněny. Zahrnuty jsou i jednotkové pórové buňky ve tkanině. Je zde rozvinuta deformace textilie účinkem proudícího vzduchu při měření prodyšnosti. Především horizontální a vertikální nárůst porosity a absolutní velikost pórů. Podstatná část této práce je věnována měření prodyšnosti. Obsahuje jak standardní měřicí zařízení, která pracují na dvou principech měření (nasávají nebo protlačují vzduch upnutým vzorkem). Tak i speciální zařízení na měření prodyšnosti.

1. PROPUSTNOSTI

Pod pojmem propustnosti či prostupu máme na mysli průnik určitého média přes vrstvu textilie. Ve fyziologii odívání má význam zejména průnik vzduchu, vlhkosti, tepla, eventuálně vody. Jednou z nejdůležitějších funkcí oděvu je zajištění tepelné pohody, ochrany před horkem (zimou), větrem a správné výměny vlhkosti mezi tělem a prostředím. Soubor textilních vrstev, ze kterých se oděv skládá, napomáhá k jeho termoregulační činnosti. Prostupy (transporty) mohou být obecně realizovány v obou směrech (zpravidla převažuje směr od organismu do okolního prostředí). Jak rychlý bude prostup, záleží na velikosti tlakového gradientu Δp [1].

Jakmile je plošná textilie vystavena fyzikálnímu prostředí, které má na obou jejích stranách (rub a líc) rozdílnou intenzitu, dochází k prostupu media směrem k nižší úrovni přes plošnou textili [2].

1.2 Rozdělení propustností

Propustnosti rozdělujeme podle jednotlivých médií na:

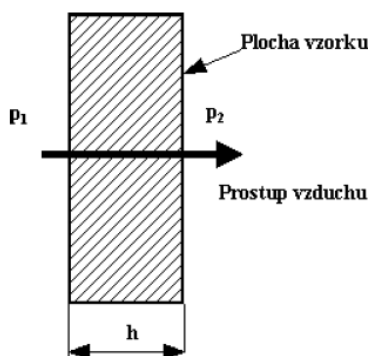
- 1) propustnost vzduchu (prodyšnost)
- 2) propustnost vodní páry
- 3) propustnost vody
- 4) propustnost tepla [1]

2. PRODYŠNOST – PROPUSTNOST VZDUCHU

Prodyšnost patří mezi fyziologicko-hygienické vlastnosti. Zjišťování prodyšnosti plošných textilií se standardně provádí podle normy ČSN EN ISO 9237. V mnoha případech jde o vlastnost určující z hlediska možnosti využití textilie. U oděvních textilních materiálů je hodnocení prodyšnosti nedílnou součástí hodnocení komfortu oděvu a kvality výrobku. U technických textilií je prodyšnost nedílnou součástí kvality výrobku, u některých textilií je prodyšnost požadována u jiných je považována za nežádoucí.

K propustnosti vzduchu plošnou textilií dojde tehdy, je-li na obou stranách textilie rozdílný barometrický tlak a vykazuje-li textilie nenulovou pórovitost. Tlak před textilií je větší, než tlak za textilií: $p_1 > p_2$, jak je znázorněno na obr. 1.[8]

Na základě tohoto rozdílu Δp [Pa] je dána rychlost prostupu vzduchu [1].



Obr.1 Prostup vzduchu dle [8]

Prodyšnost je také závislá na vlhkosti a počtu použitých vrstev. Prodyšnost se snižuje s růstem vlhkosti. Snížení prodyšnosti se vysvětluje zaplněním pórů vodou a nabobtnáním vláken, které brání průchodu vzduchu materiálem [2].

2.1 Využití prodyšnosti vzduchu ve specializovaných oborech.

2.1.1 Sport

Sjezdové lyžování

Klíčový požadavek pro kombinézy na sjezdové lyžování vydaný FIS je, že prodyšnost kombinézy musí být větší než 30 l/s na m^2 , z důvodů bezpečnosti závodníků [3].

Skoky na lyžích

Požadavky skokana je vysoká rychlost na hraně můstku a dobrý vztlak během letové fáze. Podmínky FIS v této disciplíně jsou vysoké. Tvar a tloušťka kombinézy jsou přesně specifikovány. Požadavek na prodyšnost pro skokanské kombinézy je minimálně 40 l/s na m² [3].

Parašutismus

Prodyšnost je důležitá vlastnost padáku. Prodyšnost zajišťuje čas otevření, otvírací sílu, tvar padákové klenby a stabilitu padáku [4].

2.1.2 Lékařství

Propustnost vzduchu a tekutin je velice důležitá u žilních implantátů. Parametry textilie z níž se vyrábějí žilní náhrady se musí co nejlépe přibližovat vlastnostem žilní stěny [5].



Obr.2: Žilní implantát dle [5].

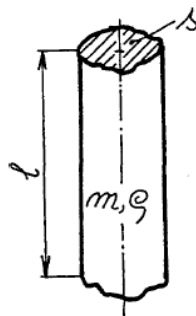
3. PARAMETRY OVLIVŇUJÍCÍ PRODYŠNOST

Jednotlivé parametry prodyšnost zásadně neovlivní. Jednotlivé vlastnosti závisí na dalších parametrech. Jemnost vláken prodyšnost neovlivní, pokud nevím jaké bude mít parametry příze z nich vyrobená. Jemnost příze ovlivní prodyšnost až po té jaká textilie z ní bude vyrobena.

3.1 Struktura příze

3.1.1 Jemnost vláken

Vlastní jemnost vlákna se vyjadřuje jeho délkovou hmotností, tj. podílem hmotnosti vlákna ku jeho délce. Na obr.3 je znázorněno vlákno délky l ; jeho plocha příčného řezu je s , hmotnost je m a měrná hmotnost (hustota) je ρ_v [6].



Obr. 3 Vlákn se znázorněnými veličinami dle [6].

$$t = \frac{m}{l} = \frac{s \cdot l \cdot \rho_v}{l} = s \cdot \rho_v \quad (1)$$

kde:

t – jemnost vláken [Mtex]

m – hmotnost vláken [kg]

l – délka vláken [m]

s – plocha průřezu vláken [m^2]

ρ_v – objemová měrná hmotnost [kg/m^3]

3.1.2 Průměr příze

Pod pojmem průměr příze d [m] lze považovat průměr nejmenšího válce, ve kterém je soustředěno podstatné množství vláken, které tvoří hmotnost nitě. Určitá část vláken opouští tento válcový útvar a vyčnívá na povrch nitě jako volné konce nebo kličky. Podle charakteru tohoto průměru existují i různé obtíže v definici průměru.[1]

3.1.3 Jemnost příze

Jemnost nití je definována určitým vztahem mezi její hmotností a příslušnou délkou. Hlavní jednotkou jemnosti je jednotka T (tex) [7].

$$T = \frac{m}{l} \quad (2)$$

kde:

T – jemnost [tex]

m – hmotnost nitě [g]

l – délka nitě [km]

Kromě jednotky tex se používá i násobků a podílů této jednotky.

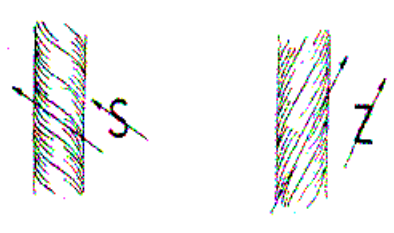
Další nejčastěji používané jednotky jsou:

hmotnostní jednotka T_d (titr denier)

délková jednotka cm (číslo metrické) [7].

3.1.4 Směr zákrutu

Zákrut vyjadřuje počet otáček, které vloží zakrucovací pracovní orgán do paralelizovaného vlákenného svazku na jeho určitou délku (převážně se počítají zákruty na 1 m). Následkem zakrucování při předení, popř. skaní dochází ke zkracování původní délky – k seskání. Podle směru zakrucování urovnaného vlákenného svazku označujeme zákrut jako pravý (Z) a levý (S) jak je znázorněno na obr. 4 [8].



Obr.4 Směry zakroucení dle [8]

3.2 Struktura plošné textilie

3.2.1 Plošná hmotnost

Jemnost plošných textilií se vyjadřuje její hmotností na jednotku plochy .

Plošnou hmotnost stanovíme ze vztahu: [8]

$$\rho_s = \frac{m}{S} \quad (3)$$

kde:

ρ_s - plošná hmotnost [kg/m²]

m - hmotnost odstříhu plošné textilie [kg]

S - plocha odstříhu plošné textilie [m²]

3.2.2 Objemová měrná hmotnost

Objemová měrná hmotnost je definována jako hmotnost 1 m³ plošné textilie, což je podle fyzikální definice hustota ρ [kg.m⁻³] . Protože však zároveň pojem hustota je u plošných textilií (např. pletenin) používán v jiných souvislostech, byl zaveden pojem objemové měrné hmotnosti [8].

$$\rho_v = \frac{m}{V_t} = \frac{m}{S \cdot h} = \frac{\rho_s}{h} \quad (4)$$

kde:

ρ_v – objemová měrná hmotnost [kg / m³]

h – tloušťka vzorku [m]

m - je hmotnost plošné textilie [kg]

V_t - je objem plošné textilie [m³]

3.2.3 Tloušťka

Tloušťku plošné textilie h [m], můžeme definovat jako kolmou vzdálenost mezi lícem a rubem textilie. Je jistě rozdíl, budeme-li tloušťku textilie měřit jen volně, bez přtlaku nebo jestli ji změříme ve stlačení mezi čelistmi. Protože je textilie materiál snadno deformovatelný (stlačitelný), je měření tloušťky textilie normou předepsáno za přesně stanoveného přtlaku čelistí. K měření tloušťky textilií je používáno tloušťkoměrů různých konstrukcí. Principem měření tloušťky textilie však zůstává

změření vzdálenosti mezi dvěma čelistmi, mezi kterými je umístěna textilie. Jak bylo výše uvedeno, důležitým parametrem měření tloušťky textilie je přítlak mezi čelistmi. Je dán plochou zatěžující čelisti a silou, kterou čelist na textiliu působí.

Je definován jako měrný tlak [8].

$$p_m = \frac{F}{S} \quad (5)$$

kde

p_m – měrný tlak [Pa]

F - zatěžující síla [N]

S_c - plocha čelisti [m²]

3.3 Konstrukce plošné textilie

Konstrukce plošné textilie je dána vazbou, která značí způsob provázání jednotlivých nití do plošné soustavy. Vazba tkaniny je určitý způsob, kterým soustavy nití mezi sebou provazují. [6]

3.3.1 Tkaniny

Tkanina vzniká vzájemným provázáním nejméně dvou soustav nití. Podélná soustava

je osnova, příčná soustava nití se nazývá útek. Vazba tkaniny je důležitá jak pro samotnou konstrukci textilie, kdy se vytváří žádaný vzor, vzhled a částečně i budoucí vlastnosti materiálu.

Vazba tkaniny je určitý způsob, kterým soustavy nití mezi sebou provazují.

Vazný bod je místo, kde se kříží osnovní nit s útkovou.

Střída vazby je určitý počet osnovních a útkových vazných bodů, který se na tkanině neustále opakuje. Vazby rozdělujeme na plátňovou, keprovou, atlasovou a speciální [9].

3.3.1.1 Dostava tkaniny

Dostavou rozumíme počet nití jednoho směru na délku 1 m směru druhého. Dostava osnovy tedy znamená počet osnovních nití počítaných na 1 m ve směru útku. Dostava útku znamená počet útkových nití počítaných na 1 m ve směru osnovy [7].

Dostavu můžeme stanovit podle vztahu

$$D = \frac{n}{l} \quad (6)$$

kde

D – dostava [1/m]

n - počet nití

l - měřená délka [m]

3.3.2 Pleteniny

Pletenina je plošná textilie vyrobená provázáním jedné nebo více soustav nití formou oček – pletením. Pleteniny rozdělujeme na osnovní a zátažné [10].

3.3.2.1 Hustota pleteniny H_c

udává počet oček pleteniny v ploše 1m^2

Hustota řádků pleteniny $H_{\check{r}}$ – udává počet řádků pleteniny na 1m.

Hustota sloupců pleteniny H_s – udává počet sloupců pleteniny na 1m [7].

$$H_c = H_s \cdot H_{\check{r}} \quad (7)$$

kde

H_c – plošná hustota pleteniny [$1/\text{m}^2$]

H_s – hustota sloupců pleteniny [$1/\text{m}$]

$H_{\check{r}}$ – hustota řádků pleteniny [$1/\text{m}$]

3.3.3 Netkané textilie

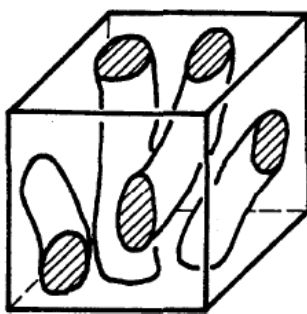
Vláknenná vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, zpevněná mechanicky, termicky a nebo chemicky.

Vláknenná vrstva může být připravena v různých tloušťkách, orientacích a pevnostech (rouno, list a spleť) [11].

3.4 Zaplnění textilních vláknenných útvarů

3.4.1 Objemová definice zaplnění

Na obr.4 je znázorněna část textilního vláknenného útvaru ve tvaru hranolu s celkovým objemem V_c . Uvnitř tohoto tělesa jsou úseky vláken s úhrnným objemem vláken V a platí $V \leq V_c$. Rozdíl $V_c - V$ vyjadřuje objem vzduchu mezi vlákny [12].



Obr.5 Objemová definice zaplnění dle [12]

$$\mu = \frac{V}{V_c} \quad (8)$$

$$\mu \in \langle 0,1 \rangle$$

kde:

μ – zaplnění [-]

V – objem vláken [m^3]

V_c – celkový objem hranolu [m^3]

3.4.2 Plošná definice zaplnění

Na obr.5 je znázorněn plochý hranol o rozměrech a , b , h , kde h je velmi malý rozměr. Horní rovinou ab je protínáno m vláken ve vyšrafovaných řezných ploškách s_j^* kde $j = (1, 2, \dots, m)$ [12]

Objem všech vláken je:

$$V = h \cdot \sum_{j=1}^m s_j^* = h \cdot S_v, \quad (9)$$

celkový objem hranolu je,

$$V_c = a \cdot b \cdot h = h \cdot S_p, \quad (10)$$

pro plošnou interpretaci zaplnění plyne z (8) rovnice :

$$\mu = \frac{V}{V_c} = \frac{h \cdot S_v}{h \cdot S_p} = \frac{S_v}{S_p} \quad (11)$$

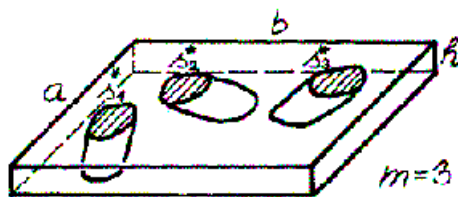
kde:

a, b, h – šířka, délka výška hranolu [m]

s_j^* - řezná plocha vlákna [m^2]

S_v – souhrnná plocha řezů vláken [m^2]

S_p – celková řezná plocha vlákenným útwarem [m^2]



Obr.6 Plošná definice zaplnění dle [12]

3.4.3 Hmotnostní interpretace zaplnění

Vlákenný útvar má celkový objemem V_c , objem vláken V a hmotnost M . [12]

Měrná hmotnost vláken je:

$$\rho_v = \frac{M}{V}, \quad (12)$$

měrnou hmotnost vlákenného útvaru lze definovat vztahem,

$$\gamma = \frac{M}{V_c}, \quad (13)$$

odtud plyne:

$$M = V\rho_v = V_c\gamma, \quad (14)$$

a vzhledem k definici (8) platí:

$$\mu = \frac{V}{V_c} = \frac{V_c \cdot \frac{\gamma}{\rho_v}}{V_c} = \frac{\gamma}{\rho_v} \quad (15)$$

kde:

γ – měrná hmotnost vlákenného útvaru [kg/m^3]

M – hmotnost vlákenného útvaru [kg]

3.5 Finální úpravy textilií

3.5.1 Nánosování

Jednou z nejdůležitějších finálních úprav tkanin, která ovlivňuje prodyšnost je nánosování.. Je to speciální finální úprava, kterou lze měnit užité vlastnosti výrobků. Při nánosování se zpracováváný materiál opatří na jedné nebo na obou vrstvách souvislou, či nesouvislou vrstvou apretační hmoty. Tím jsou textilií dány nové vzhledové a mechanické vlastnosti [13].

3.5.2 Kalandrování

Při kalandrování prochází textilie v plné šíři mezi k sobě přitlačované válce. U tkanin dochází ke zploštění příze a zaplnění mezivazebných prostorů. Zvyšuje se hladkost a lesk tkaniny, naopak se snižuje prodyšnost [13].

3.5.3 Tužící úprava

Při každé tužící úpravě dojde k určitému zaplnění textilního materiálu, čímž se snižuje jeho prodyšnost. Úprava se nejčastěji provádí na dekoračních nebo pracovních textiliích [13].

3.5.4 Hydrofobní úprava

Hydrofobní úpravou se potlačuje smáčivost textilie a propůjčuje se jí voduodpudivost.

Úpravu rozlišujeme na : méně prodyšnou (vodotěsnou) – takto upravené textilie jsou málo prodyšné, proto je úprava vhodná především pro technické tkaniny.

prodyšnou (odperlující efekt) – jednotlivá vlákna jsou obalena tenkým hydrofobním filmem, takže do nich nemůže proniknout voda, ale prodyšnost textilie je zachována [13].

3.5.5 Oleofobní úprava

Tkanina s oleofobní úpravou odráží nejen vodu, ale i látky olejového charakteru a mastnou špínu. Tato úprava snižuje prodyšnost [13].

4. POROSITA (PÓROVITOST) A PRŮMĚR MEZIVLÁKENNÉHO PÓRU

Obecně lze za póry v textilií považovat všechny prostory uvnitř této textilie, které jsou za běžných podmínek vyplněny plynnou fází – vzduchem. Pórovitost je charakteristika, která vyjadřuje poměr vláken k mezivláčennému prostoru v textilií [1].

Porosita vyjadřuje podíl objemu vláčenného útvaru vyplněného vzduchem. Porositu lze vyjádřit jako poměrné číslo v intervalu $\langle 0,1 \rangle$, a nebo v procentech v intervalu $\langle 0,100 \rangle$. Porosita vypovídá pouze o tom, kolik vzduchu je v textilií obsaženo, nevypovídá však o jeho rozložení – o distribuci velikosti pórů, jejich velikosti apod.

Plošná textilie jež je vytvořena přímo z vláken (netkaný postup) nebo z nití (tkaní, pletení) má mezi těmito vláčky jisté množství vzduchových pórů.

Zkouška spočívá ve stanovení objemové měrné hmotnosti a výpočtu pórovitosti dle níže uvedených vztahů [1].

$$\psi = \frac{\rho_{vl} - \rho_v}{\rho_{vl}} \cdot 10^2 \quad (16)$$

kde

ψ - pórovitost textilie [%]

ρ_{vl} – měrná hmotnost vláken [kg/m^3]

ρ_v - objemová měrná hmotnost textilie [kg/m^3]

4.1. Výpočet měrné hmotnosti klimatizovaných vláken [1]

$$\rho_{vlk} = \frac{K}{\frac{1}{\rho_{SVL}} \cdot \frac{K-1}{\rho_H}} \quad , \quad (17)$$

$$K = 1 + \frac{v_p}{100} \quad (18)$$

kde:

ρ_{vlk} – měrná hmotnost klimatizovaných vláken [kg/m^3]

v_p – vlhkostní přírážka [-]

K – vlhkostní faktor [-]

ρ_{SVL} – měrná hmotnost suchých vláken [kg/m^3]

ρ_H – měrná hmotnost vody při 20° C (tabulková hodnota) [kg/m^3]

4.2. Stanovení pórovitosti směsových materiálů [8]

U stanovení pórovitosti směsových textilií vycházíme ze vztahu:

$$\rho_{SM} = \frac{1}{10^2} \sum_{j=1}^k \rho_{\text{vlKj}} \cdot v_j \quad (19)$$

kde

ρ_{SM} - hustota směsi [kg/m^3]

ρ_{vlKj} - hustota j-té komponenty klimatizovaných vláken [kg/m^3]

v_j - obsah j-té komponenty ve vlákně směsi [%]

4.3 Pórovitost a průměr mezivláknenného póru podle Neckáře

Vláknenný útvar má celkový objem V_c , vlákna v něm mají objem V . Objem vzduchu (přesněji objem mezivláknenných prostorů) je $V_c - V$ [12]. Pórovitost je pak definována vztahem:

$$\psi = \frac{V_c - V}{V_c} = 1 - \frac{V_{mp}}{V_c} = 1 - \mu \quad (20)$$

kde

ψ – pórovitost [-]

V_{mp} – objem mezivláknenných pórů vzduchu [m^3]

V_c – celkový objem textilie [m^3]

μ – zaplnění příze [-]

Stejný objem vzduchu však může být v několika málo velkých pórech nebo v množství malých pórů. Proto je třeba stanovit střední velikost mezivláknenných pórů [12].

Obecná geometrická statistika

$$\xi = \text{objem tělesa} / \text{povrch tělesa} \quad (21)$$

Veličinou ξ lze porovnávat jen velikosti tvarově podobných těles [12].

Objem pórů (tj. objem vzduchu) ve vlákenném útvaru je za užití (8) a (20)

$$V_{mp} = V_c - V = V_c \psi = \frac{V}{\mu} (1 - \mu) = V \frac{1 - \mu}{\mu} \quad (22)$$

Úhrnná délka všech vláken ve vlákenném útvaru je L.

Pro objem vláken platí :

$$V = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot L \quad (23)$$

kde

L – úhrnná délka všech vláken v útvaru [m]

d – průměr vláken [m]

Objem pórů je tedy dle (23):

$$V_p = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot L \cdot \frac{1 - \mu}{\mu} \quad (24)$$

Obvod příčného řezu vlákna

$$o = \pi d \cdot (1 + q) \quad (25)$$

kde

o – obvod příčného řezu vlákna [m]

q – tvarový faktor průřezu vlákna [-]

Nejběžnější hodnoty tvarového faktoru q dle K. MALINOWSKÉ jsou uvedeny v tabulce 1.

Tvar příčného řezu vláken	Tvarový faktor q
"kruhový"	0 až 0,07
"trojúhelníkový"	0,09 až 0,12 (ideálně 0,29)
bavlna střední zralosti	0,45 až 0,50
nepravidelný pilovitý	0,50 až 0,60

Tab.1 Tvarový faktor dle [14]

Povrch vláken ve vlákněném útvaru je při užití (25)

$$A = Lp = L\pi d \cdot (1 + q) \quad (26)$$

kde

A – povrch vláken [m²]

Povrch pórů lze odvodit z předpokladu, že tam, kde končí vlákno, začíná vzduch kolem něj. Povrch pórů je současně povrchem vláken. Předpoklad lze užitím (26) zapsat ve tvaru :

$$A_p = A = L\pi d \cdot (1 + q) \quad (27)$$

kde

A_p – povrch pórů [m²]

Geometrická charakteristika ξ pórů má za užití (21),(24) a (26) tvar [12]:

$$\xi = \frac{V_{mp}}{A_p} = \frac{\frac{\pi d^2}{4} \cdot L \cdot \frac{1-\mu}{\mu}}{L\pi d \cdot (1+q)} = \frac{1-\mu}{\mu} \cdot \frac{d}{4 \cdot (1+q)} \quad (28)$$

5. STANOVENÍ POROSITY TKANIN

Jako základní konstrukční parametry, z nichž je možné odhadnout porositu tkaniny jsou zpravidla uvažovány: dostava osnovních D_o a útkových nití D_u , průměr osnovních d_o , útkových nití d_u , případně typ vazby. Tkanina je uvažována jako biporézní struktura, přičemž póry uvnitř nití jsou zpravidla také zanedbány.[16] Pro staplové příze předpoklad o neprodyšnosti teoreticky dokazuje ve své práci Gooijer [15]

5.1 klasická 2-D interpretace porosity tkaniny

Způsob provázání nití v tkanině, resp. typ vazby zcela zanedbává klasická 2-D interpretace porosity tkaniny, která definuje porositu jako doplněk ke kolmému průmětu nití do roviny tkaniny, resp. k jejímu plošnému zakrytí. [16]

$$\psi = 1 - (D_o d_o + D_u d_u - d_o d_u D_o D_u) \quad (29)$$

kde

D_o - dostava osnovních nití [1/m]

D_u - dostava útkových nití [1/m]

d_o - průměr osnovních nití [m]

d_u - průměr útkových nití [m]

5.2 modifikovaná 2-D interpretace porosity tkaniny

Typ vazby tkaniny částečně zohledňuje modifikovaná 2-D interpretace porosity tkaniny definovaná Gooijerem [15], která předpokládá šikmý proud vzduchu mezinitnými póry. Každý typ vazby je možné přitom vytvořit kombinací pórových buněk definovaných Backerem (viz obr.7,9,11,a13) [32].

Gooijer provedl průmět omočených obvodů (v nejužším příčném řezu póru) čtyř přízí tvořících pór do roviny textlie a získal tak 2-D průměty čtyř typů pórů v jejich nejužším místě, které zohledňují jejich tvarovou odlišnost (viz obr.8,10,12,14). Vztahy pro výpočet otevřených ploch jednotlivých typů pórů $A_1 - A_4$ a jejich odvození lze nalézt v práci Gooijera [15].

5.3 Jednotkové pórové buňky ve tkanině

5.3.1 Pór typu 1



Obr. 7 Pórová buňka typu 1 definovaná Backerem [32]

Plocha póru podle Gooijera

$$A_1 = A_o A_u - \frac{\pi}{4} d_u \left(A_o - \frac{d_o}{2} \right) - \frac{\pi}{4} d_o \left(A_u - \frac{d_u}{2} \right), \quad (30)$$

obvod póru podle Gooijera

$$W_1 = \pi \left[\sqrt{\frac{\frac{d_o^2}{2} + \left(A_u - \frac{d_u}{2} \right)^2}{2}} + \sqrt{\frac{\frac{d_u^2}{2} + \left(A_o - \frac{d_o}{2} \right)^2}{2}} \right], \quad (31)$$

pórovitost

$$\psi_1 = \frac{A_p}{A_o A_u}, \quad (32)$$

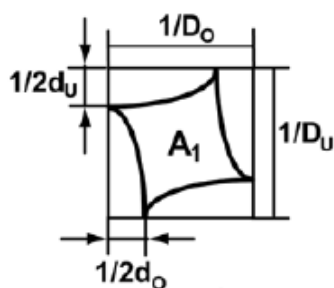
kde

A_1 – plocha póru [m^2]

A_o – rozteč osnovních nití [m]

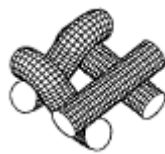
A_u – rozteč útkových nití [m]

W_1 – obvod póru [m]



Obr.8 2-D povrch plochy póru typu 1 dle Gooijera [15]

5.3.2 Pór typu 2



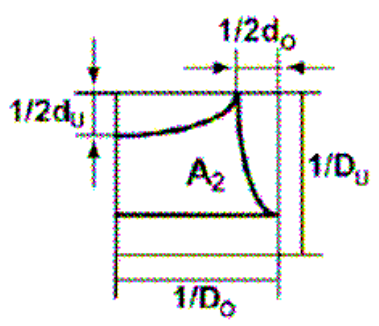
Obr.9 Pórová buňka typu 2 definovaná Backerem [32]

Plocha póru podle Gooijera

$$A_2 = A_o A_u - \frac{\pi}{8} d_u \left(A_o - \frac{d_o}{2} \right) - \frac{\pi}{8} d_o \left(A_u - \frac{d_u}{2} \right) - \frac{d_o}{2} A_u \quad (33)$$

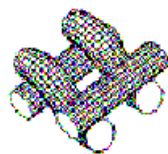
Objem póru podle Gooijera

$$W_2 = \pi \left[\sqrt{\frac{\frac{d_o^2}{2} + \left(A_u - \frac{d_u}{2} \right)^2}{2}} + \sqrt{\frac{\frac{d_u^2}{2} + \left(A_o - \frac{d_o}{2} \right)^2}{2}} \right] + A_u \quad (34)$$



Obr. 10 2-D povrch plochy póru typu 2 dle Gooijera [15]

5.3.3 Pór typu 3



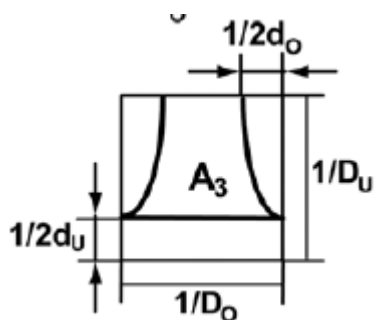
Obr.11 Pórová buňka typu 3 definovaná Backerem [32]

Plocha póru podle Gooijera

$$A_3 = A_o A_u - \frac{d_o}{2} A_u - \frac{\pi}{4} d_u \left(A_o - \frac{d_o}{2} \right) \quad (35)$$

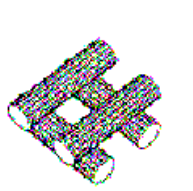
Objem póru podle Gooijera

$$W_3 = A_u + \pi \sqrt{\frac{\frac{d_u^2}{2} + \left(A_o - \frac{d_o}{2} \right)^2}{2}} \quad (36)$$



Obr.12 2-D povrch plochy póru typu 3 dle Gooijera [15]

5.3.4 Pór typu 4



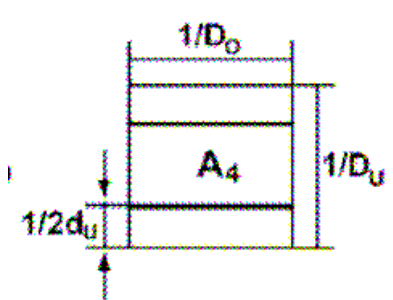
Obr.13 Pórová buňka typu 4 definovaná Backerem [32]

Plocha póru podle Gooijera

$$A_4 = A_o A_u - A_u d_o \quad (37)$$

Objem póru podle Gooijera

$$W_4 = 2A_u \quad (38)$$



Obr.14 2-D povrch plochy póru typu 4 dle Gooijera [15]

Podíl otevřené plochy tkaniny přístupné pro proud vzduchu lze pak vyjádřit jako[16]:

$$P_G = \frac{m_1 A_{p1} + m_2 A_{p2} + m_3 A_{p3} + m_4 A_{p4}}{\frac{1}{D_o} n_{so} \frac{1}{D_u} n_{su}} \quad (39)$$

kde

P_G – podíl otevřené plochy tkaniny [m^2]

m_{1-4} – počty pórů typu 1-4 [-]

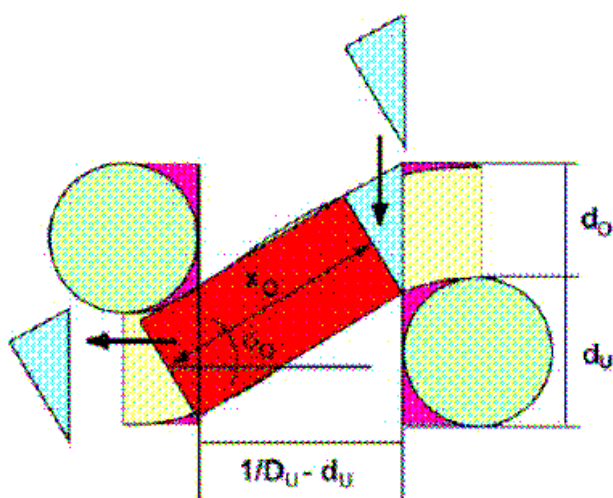
A_{p1-4} – plochy pórů typu 1-4 [m^2]

n_{so} – počet vazných bodů ve střídě vazby ve směru osnovy [-]

n_{su} – počet vazných bodů ve střídě vazby ve směru útku [-]

5.4 3-D model porosity tkaniny podle Havrdové

Vychází z představy, že 4 typy pórových buněk se výrazně neliší v místech překřížení osnovních a útkových nití ve vazných bodech. Místa vazných bodů jsou uvažována jako zcela vyplněná hmotou příze. Pórové buňky se liší především v místech spojovacích úseků vazných bodů (viz obr 15). Čím více je pórová buňka provázaná, tím větší je její zaplnění a menší porosita a tím méně přispívá tento typ pórové buňky k prodyšnosti tkaniny. Zakřížené a nezakřížené spojovací úseky vazných bodů zasahují do vazné buňky vždy polovinou válce.[16]



Obr.15 Schéma zjednodušeného 3-D modelu porosity dle [16]

Tyto objemy lze stanovit ze vztahů [16]:

$$V_{zo-} = \frac{\pi d_o^2}{8} \left(\frac{1}{D_u} - d_u \right) \quad (40)$$

$$V_{zo+} = \frac{\pi d_o^2}{8} \cdot \frac{\left(\frac{1}{D_u} - d_u \right)}{\cos \phi_o} \quad (41)$$

kde:

V_{zo-} - objem nezakříženého spojovacího úseku osnovní nitě [m^3]

V_{zo+} - objem zakříženého spojovacího úseku osnovní nitě [m^3]

ϕ_o – úhel provázání osnovní nitě [$^\circ$]

5.4.1 Porosita tkaniny s libovolným typem vazby.

Porositu tkaniny s libovolným typem vazby lze stanovit jako [16]:

$$\psi = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2 + m_{3A} V_{3A} + m_{3B} V_{3B} + m_4 V_4}{V_{cp} n_{so} n_{su}} \quad (42)$$

kde

V_{cp} – celkový objem jakékoliv pórové buňky [m^3]

V_1 - V_4 – „prázdné objemy“ pórových buněk typu 1-4 [m^3]

n_{so} - počty vazných bodů ve střídě ve směru osnovy [-]



n_{su} - počty vazných bodů ve střídě ve směru útku [-]

m_1 - m_4 – počty jednotlivých typů pórů obsažených ve střídě vazby [-]

5.4.2 Orientace pórů ve střídě vazby

Pro póry typu 1,2 a 4 (viz obr 7, 9, 13) není pro výpočet rozhodující orientace jejich uložení ve střídě vazby – jsou symetrické.

Nově je zavedeno rozlišení pórů typu 3A a 3B, které nejsou symetrické a záleží proto na jejich orientaci ve střídě vazby (viz tab. 2)[16].

	PÓR 3A: 2 nezakřížené osnovní úseky a 2 zakřížené útkové úseky
	PÓR 3B: 2 zakřížené osnovní úseky a 2 nezakřížené útkové úseky

Tab. 2 Orientace pórů ve střídě vazby dle [16]

5.5 Stanovení pórovitosti pomocí výpočetní techniky

V současné době je možno stanovit pórovitost tkaniny pomocí počítačového programu.

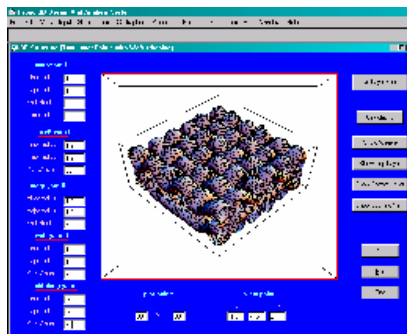
Tento počítačový program je rychlý a jednoduchý program vyvinutý pro navrhování 2D a 3D struktury tkaniny ve virtuální realitě podporovaný programem WINDOWS. Vytváří 3D model navrhované tkaniny podle zadaných parametrů.

Postup:

- zadání parametrů příze
- zadání parametrů tkaniny
- vytvoření 2D pohledu a barevné navrhnutí tkaniny
- simulace 3D struktury tkaniny (viz obr.16)

Ve vztahu se strukturou látky jsou geometrické a fyzikální vlastnosti, které můžeme pomocí programu zjistit ještě před vyrobením tkaniny.

- zaplnění
- hmotnost
- hustota
- pórovitost a prodyšnost vzduchu [17]



Obr.16 Simulace 3D struktury tkaniny dle [17]

6. DEFORMACE TKANINY VZNIKAJÍCÍ PŘI PRODYŠNOSTI

Je-li plošná textilie umístěná do proudu vzduchu, dochází v tomto místě ke vzniku hydraulických odporů. Hydraulický odpor je možné vyjádřit na základě Bernoulliho rovnice tlakovým rozdílem Δp [Pa] jako [18] :

$$\Delta p = \rho_{vz} \cdot \zeta \cdot \frac{w^2}{2} \quad (43)$$

kde

Δp - tlakový rozdíl [Pa]

ρ_{vz} – hustota vzduchu [kg/m^3]

w – rychlost proudícího vzduchu [m/s]

ζ – ztrátový součinitel závislý na druhu hydraulického odporu.[-]

Při hodnocení prodyšnosti plošných textilií je na přístroji nastavovanou veličinou tlakový rozdíl Δp a měřenou veličinou je rychlost proudícího vzduchu w [18].

Je-li textilní tkanina postavena do cesty proudícímu vzduchu jako překážka, dochází k silovému účinku proudu na tuto překážku. V důsledku toho dochází ve struktuře tkaniny k četným změnám – deformacím [18].

Průhyb (vydutí) vzorku textilie upnutého v kruhové čelisti přístroje ve směru proudícího vzduchu. V důsledku tohoto jevu dochází k „rozevírání“ pórů do stran- tzv. horizontální nárůst porosity [18].

Oddalování volně flotujících úseků nití ve směru proudícího vzduchu. Dochází ke vzniku „přídavných“ pórů zvětšováním tloušťky textilie během měření – tzv. vertikální nárůst porosity [18].

Rozhrnování vnějších vrstev příze. Oblast chlupatosti se více přimyká k relativně kompaktnímu jádru příze. V důsledku tohoto typu deformace dochází ke změně struktury textilie, ale vliv na hodnotu prodyšnosti má za běžných podmínek hodnocení oděvních textilií minimální [18].

6.1 Horizontální nárůst porosity tkaniny v proudu vzduchu

Průhyb (vydutí) vzorku upnutého do kruhové čelisti přístroje vzniká ve směru proudění vzduchu. V důsledku toho dochází ke zvětšení zkušební plochy textilie, a to pouze zvětšováním (otevíráním) plochy pórů. Tato deformace může způsobit značné zkreslení výsledků měření, zejména při měření prodyšnosti u pletenin. Pleteniny v důsledku jejich vyšší tažnosti vykazují výrazně větší sklon k této deformaci. Deformaci lze zabránit vhodnou podpěrrou vzorku textilie, např. jeho podložením kovovou mřížkou (velikost otvorů ve mřížce musí být dostatečná, aby nedocházelo ke zkreslování hodnot prodyšnosti v opačném smyslu, tedy ke snižování naměřených hodnot) [18].

Deformovanou plochu textilie lze modelovat, např. kulovým vrchlíkem.

Celkovou plochu deformovaného vzorku S_{def} lze stanovit jako plochu kulového vrchlíku.

$$S_{def} = 2\pi Rv \quad (44)$$

Poloměr zakřivení vzorku R lze přitom odvodit jako:

$$R = \frac{\frac{S_v}{\pi} + v^2}{2v}, \quad (45)$$

Po dosazení do (44) je celková plocha deformovaného vzorku:

$$S_{def} = 2\pi \cdot \frac{\frac{S_v}{\pi} + v^2}{2v} \cdot v = S + \pi v^2, \quad (46)$$

kde

S_{def} – plocha deformovaného vzorku [m^2]

R – poloměr zakřivení vzorku [m]

S_v – upínací plocha měřeného vzorku [m^2]

v – velikost průhybu vzorku [m]

Podle vztahů 30, 33, 35 a 37 lze vypočítat plochu průmětu jednoho póru. Celková plocha těchto pórů ve vzorku textilie upnuté do měřícího přístroje:

$$A_{pc} = S_v \cdot D_o D_u \cdot A \quad (47)$$

kde

A_{pc} – celková plocha pórů vzorku upnutého do přístroje [m^2]

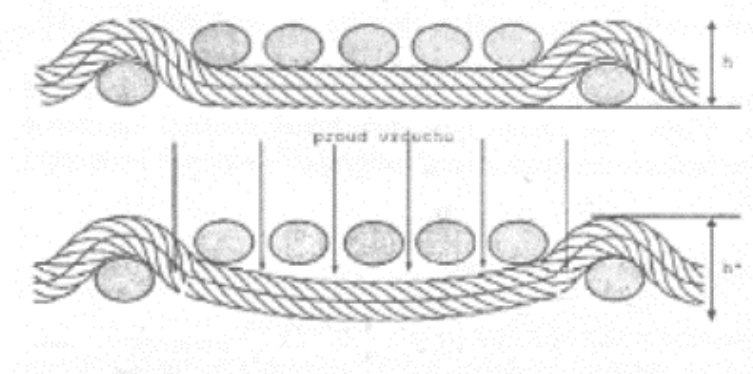
Porosita vzorku plátnové vazby upnutého do čelistí měřicího přístroje před měřením je dána vztahem (32) a porosita deformovaného vzorku v plátnové vazbě účinkem proudícího vzduchu je [18] :

$$\psi_{def} = \frac{(S_{def} - S_v) + S_v \cdot D_o D_U \cdot A_{p1}}{S_{def}} \quad (48)$$

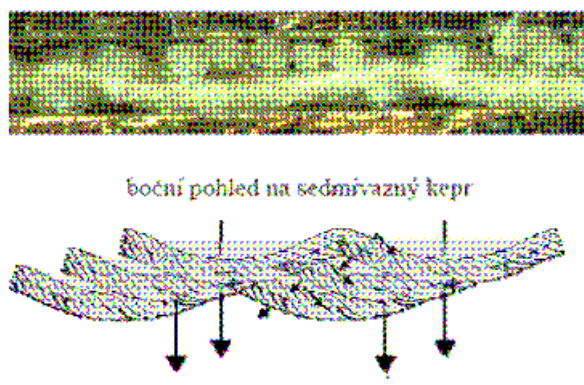
6.2 Vertikální nárůst porosity tkaniny proudem vzduchu

Dále dochází vlivem proudícího vzduchu k „oddalování“ volně flotujících úseků nití ve směru proudění vzduchu, čím vznikají přídavné horizontální póry, které prodyšnost textilie rovněž zvyšují (viz obr. 17). Tento jev je vzhledem k reálným podmínkám, kterým jsou oděvní textilie vystaveny při praktickém používání daleko přirozenější. Není tedy nutné a ani žádoucí během experimentu tomuto jevu nějakým způsobem zabránit [18].

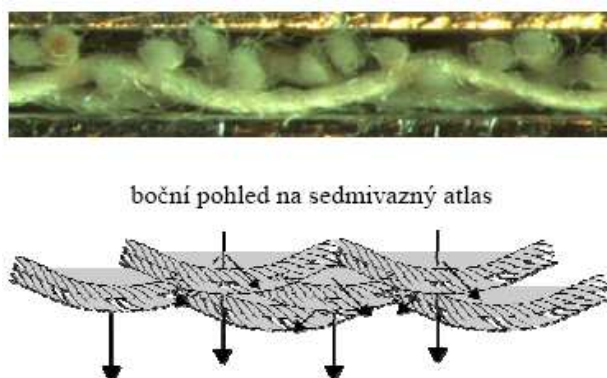
Je zřejmé, že na velikost uvedené deformace a její význam pro hodnotu prodyšnosti bude mít rozhodující vliv míra ukotvení jednotlivých nití v tkanině, respektive délka flotujících úseků nití (viz obr 17, 18, 19). Lze předpokládat, že ve tkanině s plátnovou vazbou se uvedená deformace nevyskytne vůbec a čím budou úseky volně flotujících nití ve vazbě delší, tím výraznější bude i jejich deformace způsobená proudícím vzduchem [18].



Obr.17 Volně flotující úsek nitě tkaniny v proudu vzduchu dle [18]



Obr.18 Schéma proudění vzduchu přes keprovou vazbu dle [18]



Obr.19 Schéma proudění vzduchu přes atlasovou vazbu dle [18]

Plochu příčného řezu horizontálního póru vytvořeného v důsledku uvedené deformace je možné modelovat, např. jako polovinu elipsy (viz obr 20).

$$E_1 = \frac{1}{2} \pi \cdot l_f \cdot z \quad (49)$$

kde:

E_1 – plocha poloviny elipsy [m^2]

l_f – délka flotujícího úseku nitě [m]

z – výška vydutí flotáže [m]

Délku flotujícího úseku nitě lze vyjádřit jako:

$$l_f = \frac{1}{D_o} \cdot p_l \quad (50)$$

kde

p_l – počet nezakřížených úseků nitě v dané flotáži [-]

Velikost střídy lze vyjádřit jako:

$$S_s = \frac{1}{D_o} \cdot s_o \cdot \frac{1}{D_u} \cdot s_u \quad (51)$$

kde

S_s – velikost střídy [$1/m^2$]

s_o – počty vazných bodů ve střídě ve směru osnovy [-]

s_u – počty vazných bodů ve střídě ve směru útku [-]

Počet stříd na $1 m^2$:

$$p_s = \frac{1}{S_s} \quad (52)$$

kde:

p_s – počet stříd vazby [m^2]

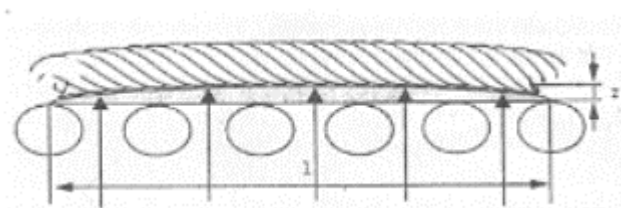
Celková plocha průřezů všech horizontálních pórů vytvořených proudem vzduchu na $1 m^2$ je:

$$E = E_l \cdot p_f \cdot p_s = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{p_l}{D_o} \cdot z \cdot p_f \cdot \frac{D_o D_u}{s_o s_u} \quad (53)$$

kde:

E – celková plocha průřezů horizontálních pórů [m^2]

p_f – počet flotází ve střídě vazby [-]



Obr.20 Průřez horizontálním pórem vytvořeným v důsledku oddálení volně flotujícího úseku nitě [18].

Pouhé kvantitativní vyjádření zastoupení jednotlivých pórových buněk v tkanině je pro některé tkaniny nedostatečné. Postačí pro tkaniny tkané s vazbou pevně ukotvující nitě nebo s krátkými úseky volně ležících nití (např. plátňová vazba) [18].

6.3 Absolutní velikost pórů v jednotlivých pórových buňkách

Na obr.21 je zakreslena tkanina tkaná v kanavové vazbě. Bereme li v úvahu pouhé provázání nití v tkanině (rozložení jednotlivých pórových buněk), tak jak je zavádí Gooijer (obr.21-a), nebereme zřetel na nerovnoměrnost dostav nití ve směru osnovy a útku. V praxi jsou většinou tkaniny s kanavovou vazbou tkány jak je uvedeno na obr.21-b.

Hodnoty D_o a D_u jsou v obou případech stejné, počet a uspořádání vazných buněk je stejný, ale prodyšnost bude odlišná. Vyjdeme li z předpokladu, že mezi nitěmi vznikají otvory s průřezem čtvercového či obdélníkového tvaru, lze hydraulický průměr těchto pórů určit podle vztahu[18] :

$$d_h = \frac{2b_p}{1 + \frac{b_p}{a_p}} \quad (54)$$

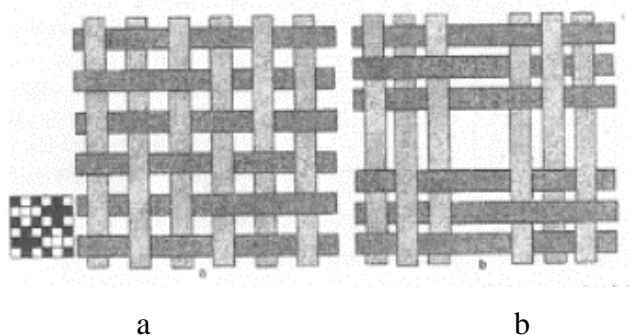
kde:

d_h – hydraulický průměr pórů [-]

a_p – šířka průmětu póru [m]

b_p – výška průmětu póru [m]

V případě tkanin obdobných jako je ukázka na obr.21 budou hydraulické průměty v obou případech odlišné. Zde je nerovnoměrnost obou dostav záměrná, ale během technologického procesu výroby plošné textilie dochází ke vzniku nepravidelností ve struktuře, které mají za následek stejný efekt. Takže ani u tkaniny s plátnovou vazbou nelze jednoznačně říci, že všechny póry přispívají k prostupu vzduchu stejnou měrou [18].



Obr. 21 Schéma tkaniny s kanavovou vazbou
a – předpoklad rovnoměrných dostav,
b – předpoklad nerovnoměrné dostavy [18]

7. ZJIŠŤOVÁNÍ PRODYŠNOSTI

Podstatou zkoušky je nasávání vzduchu skrz plochu zkoušené textilie při stanoveném tlakovém spádu (ČSN EN ISO 9237). To znamená, že textilie je podrobena působení rozdílného barometrického tlaku z obou stran.

Propustnost vzduchu, označovaná též jako prodyšnost, je pak vyjádřena jako rychlost proudění vzduchu danou plochou textilie.[1]

Výpočet prodyšnosti se provede dle následujícího vzorce:

$$P = \frac{\rho_{vv}}{S} \cdot 167 \quad (55)$$

kde

P - prodyšnost [mm/s]

ρ_{vv} - průměrný objem vzduchu zjištěný na plováčkovém průtokoměru [l/min]

S - zkušební plocha vzorku [cm²]

167 - přepočítávací faktor z l/min na mm/s

V laboratorních podmínkách se prodyšnost plošných textilií standardně hodnotí podle ČSN 80 0817, která odpovídá EN ISO 9237. Princip měřících přístrojů pro zjišťování prodyšnosti spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi dvěma stranami plošné textilie. Tím dojde k proudění vzduchu přes textilií a zaznamenává se rychlost proudu vzduchu za daného tlakového spádu.

7.1 Doporučené zkušební podmínky

Zkušební plocha: 20 cm²

Tlakový spád: 100 Pa pro oděvní plošné textilie

200 Pa pro technické plošné textilie .[16]

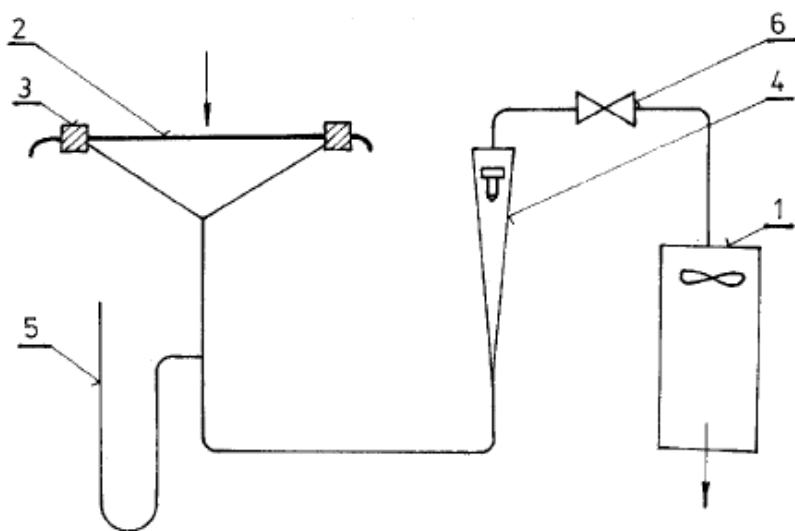
Klimatické podmínky: teplota 20°C

vlhkost vzduchu 68% .[8]

8. ZAŘÍZENÍ NA MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI

8.1 Schéma zařízení na měření prodyšnosti

Hlavní částí přístroje je ventilátor 1, který nasává vzduch z okolí přes vzorek textilie 2. Množství nasávaného vzduchu, které textilie propustí, je měřeno plovákovým průtokoměrem 4. Při větším množství proudícího vzduchu se plovák zvedá, při menším klesá. Množství vzduchu se odečítá na stupnici průtokoměru při vrchní části plováku. Podtlak se reguluje ventilem 6 a po dosažení předepsané hodnoty se měří manometrem 5. Podtlak je nastaven podle normy a druhu textilie. Zkušební plocha kruhové čelisti 3 je volitelná (5,20 nebo 100 cm²). Výslednou veličinou zjištěnou přístrojem je objem prošlého vzduchu q_v [l/min] [1].



Obr.22: Schéma zařízení na měření prodyšnosti [1]

8.2 Zařízení na měření prodyšnosti

8.2.1 Přístroj na měření prodyšnosti TEXTEST FX 3300



Obr. 23. Přístroj na měření prodyšnosti TEXTEST FX 3300 dle [19]

Charakteristika přístroje

Přístroj je vhodný jak k laboratornímu měření, tak na hotové textilní výrobky. Je automatizován a digitalizován a je vysoce výkonný. Přístroj je zobrazen na obr.23. Má vyměnitelnou upínací hlavu. Vzorek se položí a napne – automaticky se zapne ventilátor a seřídí se tlak. Vzduch je nasáván skrz upnutý vzorek. Po několika vteřinách se na displeji zobrazí naměřená prodyšnost v předvolených jednotkách. Ventilátor se vypne a uvolní se rameno. Tlak je digitálně předvolen, konstantnost se zajišťuje elektronicky. Tlak je přesně měřen i při vysokých hodnotách. Přístroj komunikuje s počítačem přes rozhraní RS 232 C.

Parametry přístroje

Průtok vzduchu : 7-100000 l/hod v závislosti na měřené ploše vzorku.

Měřicí plocha : 5-100 cm²

Rozsah tlaku : 98-2500 Pa

Přesnost měření: $\pm 3 \%$

Splňuje normy: EN ISO 9237, EN ISO 7231, AFNOR G 07-111, ASTM D 737, ASTM D 3574, BS 5636, DIN 53887, EDANA 140.1, JIS L 1096-A, TAPPI T 251 a jiné.

Rozměry: 400 – 1210 x 920 x 1060 mm

Výška pracovní plochy: 775 mm

Hmotnost: 60/80 kg

[19]

8.2.2 Přístroj na zjišťování prodyšnosti „SDL M 021 S“



Obr.24 Přístroj na zjišťování prodyšnosti SDL M 021 S dle [21]

Charakteristika přístroje

Přístroj je vhodný pro měření prodyšnosti textilií a materiálů s charakterem textilií. Přístroj je zobrazený na obr 24. Má oddělené vakuové čerpadlo ovládané pedálem. Pomocí čerpadla se skrz vzorek upnutý v čelistech stroje nasává vzduch. Objem průtoku vzduchu se měří v ml/s pomocí jednoho ze čtyř průtokoměrů při specifikaci tlakového rozdílu.

Parametry přístroje:

Průtok vzduchu: 0 – 400 ml/s

Průtokoměr č. 1: 0,1 – 1 ml/s

Průtokoměr č. 2: 0,4 – 5,8 ml/s

Průtokoměr č. 3: 4 – 40 ml/s

Průtokoměr č. 4: 40 – 400 ml/s

Měřicí plocha : 5, 20, 38 cm²

Rozsah tlaku: 0 – 2 kPa

Splňuje normy: EN ISO 9237, BS 5636, EDANA 140,1, TAPPI T251, JIS L 1096A, ASTM D737, ASTM D7574, DIN 53887, AFNOR G07-111,

Rozměry přístroje 670 x 380 x 590 mm

Hmotnost přístroje: 43 kg

[20],[21]

8.2.3 Přístroj na zjišťování propustnosti vzduchu MEFATEM FF 12/A



Obr.25 Přístroj na zjišťování propustnosti vzduchu MEFATEM FF 12/A

Charakteristika přístroje

Přístroj je zobrazen na obr.25. Přístroj je vhodný pro měření prodyšnosti u tkanin a pletenin. Lze ho také použít pro měření prodyšnosti impregnovaných materiálů. To je dáno možností mnoha nastavení zkušebních podmínek. Veškeré ovládací a měřicí prvky jsou umístěny na horní části přístrojové desky. Vzduch je nasáván skrz upnutý vzorek. Přístroj má čtyři průtokoměry.

Parametry přístroje:

Průtok vzduchu: 4 – 8000 ml/s

Průtokoměr č. 1: 4 – 40 ml/s

Průtokoměr č. 2: 20 – 200 ml/s

Průtokoměr č. 3: 120 – 1200 ml/s

Průtokoměr č. 4: 800 – 8000 ml/s

Rozsah tlaku: 0 – 1960 P

Rozměry přístroje: 480 x 735 x 940 mm

Hmotnost přístroje: 83 kg

[22]

8.2.4 Přístroj pro stanovení prodyšnosti textilií č. v. 2104 P1



Obr.26 Varianty přístroje č.v. 2104 P1 na měření prodyšnosti dle [23],

Charakteristika přístroje

Přístroj pro stanovení prodyšnosti lze použít pro změření schopnosti plošné textilie propouštět vzduch za stanovených podmínek. Podstatou zkoušky je nasávání vzduchu přes zkoušenou textilií při stanovené zkušební ploše vzorku a stanovením podtlaku vzduchu a měřením množství prošlého vzduchu. Je vhodný pro měření jedno i vícevrstvých souborů, pro oděvní materiály, technické textilie, textilie upravené impregnacemi popřípadě různými zátěry. U tohoto přístroje je zkušební vzorek vložen mezi čelisti, spuštěním krytu jsou čelisti automaticky sevřeny, čímž je vzorek upnut. Tlak vzduchu je nastavován digitálně. Průtok vzduchu je odečítán na jednom ze tří kalibrovaných plováčkových průtokoměrů.

Je zde nutná kontrola těsnosti přístroje, která je prováděna pomocí neprodyšné folie umístěné místo zkoušeného vzorku.

Parametry přístroje

Rozsah průtoku vzduchu: 10 – 10000 l/h

Plocha vzorku: 5, 20, 50, 100 cm²

Rozsah tlaku: 0 – 2 kPa

Přístroj je vyráběn v několika variantách viz obr.26.

[23], [24]

8.2.5 Přístroj na měření prodyšnosti BRANCA 37/S



Obr.27 Přístroj na měření prodyšnosti BRANCA 37/S dle [25]



Obr.28 Ovládací panel přístroje BRANCA 37/S dle [25]

Charakteristika přístroje

Přístroj je zobrazen na obr.26. Z vrchu se upne zkoušený vzorek. Tlakový spád se reguluje pomocí páky umístěné z boku přístroje. Vzduch je nasáván skrz zkoušenou textilií. Na ovládacím panelu jsou umístěna funkční tlačítka, kterými se dá průběh zkoušky regulovat. Po skončení zkoušky je naměřená hodnota ihned zobrazena na ovládacím panelu, viz obr.27.

Parametry přístroje:

Rozsah průtoku vzduchu: 50 – 5800 l/hod

Zkoušená plocha: 50 cm² (100 cm²)

Tlakový spád: 0 – 900 Pa

Měření podle norem: ISO 9237 Standards

Měřicí jednotky: mm/s, m/s, l/hod

Zmenšení šablony: 20, 10, 5 a 2 cm²

Rozměry přístroje: 430 x 500 x 620 mm

Hmotnost: 30 kg

[25]

8.2.6 Digitální přístroj na měření prodyšnosti A0002D

Charakteristika přístroje

Digitální zařízení na měření prodyšnosti textilií, viz obr.28. Je vhodný pro tkaniny, netkané textilie, pleteniny, vrstvené textilie a objemné textilie. Přístroj nasává vzduch skrz zkoušenou textilii.

Výhoda zařízení:

Digitální provoz, rychlý a jednoduchý postup zkoušky, užitečnost při kontrole kvality.

Parametry přístroje:

Zkoušená maximální plocha: 38 cm²

Rozsah tlaku: 0 – 300 Pa +/- 1% [26]



Obr.29 Digitální přístroj na měření prodyšnosti A0002D dle [26]

8.2.7 Přístroj na měření prodyšnosti PROFILAIR FX 3386

Charakteristika přístroje

Kontinuální přístroj na měření prodyšnosti tkanin, netkaných textilií, plstí, fólií, papírových vložek a pavučin v plné šíři. Přístroj je zobrazen na obr.29.

Zařízení je vhodné pro jednoduché začlenění do stávající výroby nebo na závěrečnou kontrolu.

K dispozici jsou dvě varianty modelu FX 3386

Model FX 3386 – T „TEXTILE“ je vhodný pro testování tkanin, netkaných textilií, plstí a fólií s max. šířkou 3,6 m.

Model FX 3386- P „PAPER“ je vhodný pro stlačené a sušené textilie s max. šířkou 20 m.

Zařízení je opatřeno vodící kolejnicí po celé délce přístroje, na které se pohybuje motorová testovací hlava a vývěva, která nasává vzduch skrz textilií. Měřicí hlava nepřetržitě udává naměřené hodnoty prodyšnosti. Naměřená data jsou automaticky posílána do počítače, kde jsou zpracována, ukládána a zobrazována na displeji. Pomocí počítače je také kontrolována funkčnost zařízení. K zařízení je dodávána řada doplňků.



Obr.30 Kontinuální přístroj na měření prodyšnosti PROFILAIR FX 3386 dle [19]

Parametry přístroje:

Průtok vzduchu: 2 – 4000 l/s

Testovací plocha: 20 cm² (38 cm²)

Tlakový spád: 0,01 – 65000 Pa

Měřicí jednotky: cm²/s, l/s, l/min, m²/min, m²/hod, mm/s

Přesnost měření: ± 3 % od hodnoty zobrazované na displeji.

Maximální převíjecí rychlost: 40 m/min

Maximální napětí: 8 N/cm [19]

8.2.8 Zařízení na měření prodyšnosti vyvíjené na katedře KOD

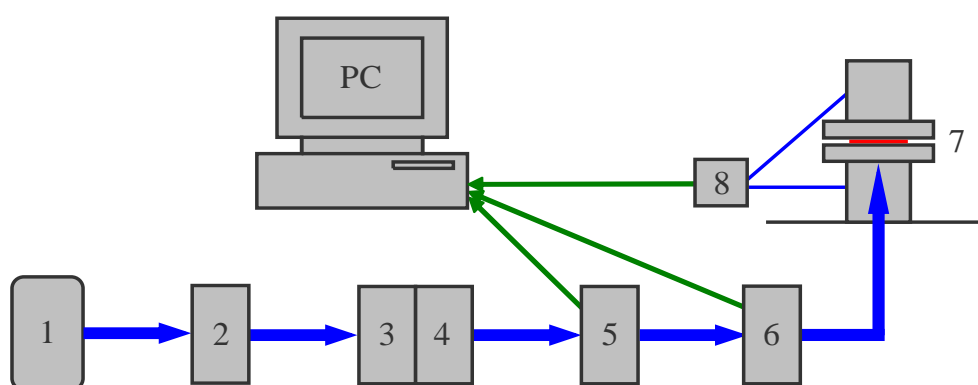
Přístroj je stále ve vývoji a je rozšiřováno o další prvky, které rozšíří jeho využitelnost.

Vzduch je protlačován skrz upnutý materiál.

Charakteristika přístroje

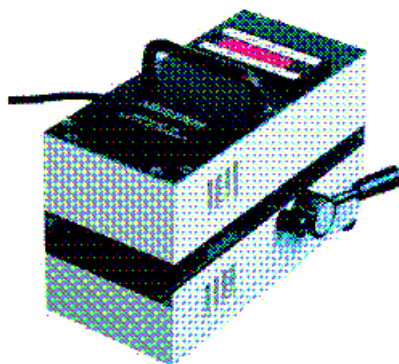
Stlačený a filtry vyčištěný vzduch je přiveden na elektropneumatický regulátor.

Regulátor nastaví výstupní tlak podle požadované hodnoty, která je zadána pomocí řídicího programu v počítači. Vzduch stlačený na požadovanou hodnotu prochází průtokoměrem, kde je zjišťováno množství prošlého vzduchu. Z upínací hlavy je protlačen vzduch přes zkoušenou textilií. Zde je zjišťována hodnota tlaku pod textilií a je porovnávána s tlakem atmosférickým. Hodnoty množství prošlého vzduchu a rozdílů tlaků jsou uloženy do paměti počítače, odtud jsou k dispozici pro další zpracování [27]. Blokové schéma zařízení je zobrazeno na obr.31, kde: 1.kompresor, 2. regulační ventil, 3. vzduchový filtr, 4. vzduchový mikrofiltr, 5. elektropneumatický regulátor, 6. průtokoměr, 7.upínací hlava, 8. diferenciální snímač tlaku.



Obr.31 Blokové schéma zařízení na měření prodyšnosti.

8.2.9 Přístroj na měření prodyšnosti AKUSTRON



Obr. 32 Přístroj na měření prodyšnosti AKUSTRON dle [28]

Charakteristika přístroje

Přístroj na měření prodyšnosti textilií a jím podobných materiálů. Je vhodný na monitorování prodyšnosti během výroby, ale také pro použití v laboratoři. Zobrazen na obr. 32. Konstrukce zařízení je převážně vyrobena z odolných materiálů.

Provoz

Vzorek je vsunut do otvoru a páka je stlačena dolů. Upnutí vzorku a testování probíhá automaticky. Přístroj se skládá ze dvou částí: spodní a vrchní. V dolní části se vytváří pomocí čerpadla proud vzduchu, který je protlačován zkoušeným vzorkem. O několik vteřin později se v horní části spustí automaticky čidlo a změří množství vzduchu, který prošel zkoušeným vzorkem. Měření je hotové za 3 sekundy a je ihned zobrazeno na digitálním displeji. Přístroj je propojen s počítačem přes rozhraní RS 232. Tím jsou naměřená data ukládána přímo do počítače. Program AKUSTRON automaticky zapisuje naměřené hodnoty do již připravené tabulky.

Parametry přístroje:

Průtok vzduchu 30 – 3000 l /m²

Velikost vzorku: min. 5x12 cm

Tloušťka vzorku: max. 3 mm

Splňuje normy: ISO 9237 DIN 53887, 53120, ATSM D737-96

Rozměry zařízení: 160 x 270 x 200 mm

Hmotnost zařízení: 5 kg

[28]

8.2.10 Přístroj na měření prodyšnosti FRAZIER

Charakteristika přístroje

Přístroje pro měření prodyšnosti papíru, textilií, vodních a vzduchových filtrů a kovových mřížek. Přístroje jsou ve vývoji v Národním institutu pro normy a technologii testování prodyšnosti v USA. K zařízení nejsou popsány přesnější parametry.

Přístroje jsou přesné, spolehlivé a velice snadné na provoz a údržbu.

FRAZIER – nízkotlaký přístroj na měření prodyšnosti FAP0000LP

FRAZIER – vysokotlaký přístroj na měření prodyšnosti FAP0000HP

FRAZIER – přístroj na měření prodyšnosti 2000, FAP0000F2A

Přístroje jsou zobrazeny na obr 33.

Parametry přístroje FRAZIER – nízkotlaký přístroj na měření prodyšnosti FAP0000LP:

Ruční ovládání

Rozmezí tlaku: 0 – 249 Pa

Rozměry přístroje 1220 x 610 x 1270 mm

Parametry přístroje FRAZIER-vysokotlaký přístroj na měření prodyšnosti FAP0000HP

Ruční ovládání

Rozmezí tlaku: 0 – 137 Pa, 249 – 5231 Pa

Rozměry přístroje: 1220 x 610 x 1560 mm

Parametry přístroje FRAZIER – přístroj na měření prodyšnosti 2000, FAP0000F2A

Ovládání pomocí počítače

Rozmezí tlaku: 0 – 5231 Pa

Rozměry přístroje: 1220 x 610 x 1560 mm

Přístroje měří podle norem: ISO 9237, ASTM D737; ASTM F778; ASTM D1117; ASTM D461; ASTM C522; DART 70.0; Federal Test Method #191; Federal Test Method#5450 ASA No. L154.51; Tappi T251; IST 70.1-92; DIN 53887; Edana 140.1-81; JIS L1096; ASTM D3574 [29]



Obr. 33 Přístroj na měření prodyšnosti FRAZIER, FAP0000LP, FAP0000HP, FAP0000F2A dle [29]

8.3 Speciální zařízení na měření prodyšnosti

8.3.1 AIRBAG – TESTER FX 3350



Obr.34 Přístroj na testování prodyšnosti airbagů Fx 3350 dle [30]

Charakteristika přístroje

Je to nový a ojedinělý přístroj pro přesné stanovení prodyšnosti textilií používaných pro výrobu airbagů.. Přístroj simuluje podmínky airbagu v průběhu napuštění a vypuštění. Přístroj je zobrazen na obr.34.

Parametry přístroje:

Průtok vzduchu: 200 – 6000 mm/s

Zkoušená plocha: 50 cm²

Rozsah tlaku: 0 – 100 kPa

Maximální tloušťka vzorku: 3 mm

[30]

8.3.2 Přístroj na měření prodyšnosti plynů VAC – V1



Obr.35 Přístroj na měření prodyšnosti plynů VAC – V1 dle [31].

Přístroj na zjišťování propustnosti plynů produkovaných motorem automobilů, viz obr 35 .Lze ho použít v automobilovém průmyslu a v laboratořích pro měření textilií a fólií. Přístroj je propojen s počítačem, který pomocí programu zpracovává naměřená data a vykazuje se nízkou hlučností.

Splňuje normy: DIN 75201, ISO 6452, SAE J1756

[31]

8.3.3 Přístroj na měření prodyšnosti plynů BTY-B1P



Obr. 36 Přístroj na měření prodyšnosti plynů BTY – B1P dle [31]

Přístroj s vysokou přesností měření, který zajišťuje stálé a neměnné podmínky testování textilií a materiálů s charakterem textilií viz obr 36. Na přístroji lze zvolit jak ruční, tak automatické ovládání. Data jsou zpracována pomocí počítače.

Přístroj testuje prodyšnost plynů: O₂, N₂, CO₂ a mnoho dalších.

Plyny jsou dodávány pod tlakem 0,4 – 0,6 MPa.

Zkoušená plocha: 38, 46 cm²

Splňuje normy: GB 1038, ASTM D1434, ISO 2556

[31]

8.4 Výhody a nevýhody měřících zařízení.

Zařízení, která při zkoušení prodyšnosti vzduch protlačují skrz zkoušený vzorek jsou závislá na kapacitě kompresoru, který vyrábí proud vzduchu potřebný ke zkoušce. Před zahájením zkoušky musí být vytvořené dostatečné množství vzduchu. Rozsah tlakového spádu a délka trvání zkoušky závisí na kapacitě kompresoru.

U zařízení na měření prodyšnosti, která vzduch nasávají je riziko, že při nasávání vzduchu by mohlo dojít k nasátí drobných nečistot (prach, organické části), které by mohly ucpat mezivláknenné póry a ovlivnit tak prodyšnost zkoušeného vzorku. Popřípadě by mohlo dojít k nasátí nečistot dovnitř a následně k poškození přístroje. Zkoušky by tedy měly být prováděny v čistém prostředí.

Přístroj pro kontinuální měření prodyšnosti měří prodyšnost textilie po celé ploše a nikoliv pouze plochy umístěné do čelistí. Tím získáváme průměrnou prodyšnost celé textilie.

Vyrábějí se i přístroje pro speciální měření prodyšnosti, které simulují dané podmínky např. přístroj pro měření prodyšnosti airbagů, které simuluje průběh napuštění a vypuštění airbagů.

Měřící zařízení by mohlo být také posuzováno podle rozsahů tlakových spádů a průtoků vzduchu.

ZÁVĚR

Prodyšnost vzduchu je vlastnost textilií, která je v současné době hodně diskutována. První část této práce je zaměřena na prodyšnost a parametry ovlivňující prodyšnost. Parametrů ovlivňujících prodyšnost textilií je mnoho, nejdůležitějším parametrem je pórovitost. Vždy ale prodyšnost ovlivňuje několik faktorů najednou. Prodyšnost také ovlivňují finální úpravy prováděné na plošných textiliích.

Další část této práce je věnována pórovitosti a průměru mezivláknenného póru textilií. Obecné vyjádření pórovitosti lze použít na všechny typy textilií (tkaniny, pleteniny, netkané textilie). Více rozvedená je zde pórovitost tkanin, kde jsou přesně stanoveny tvary mezivláknenných pórů a jsou odvozeny vztahy pro výpočet jejich velikostí. Pro stanovení pórovitosti tkanin je několik modelů, které vycházejí ze základních pórových buněk. Ke stanovení pórovitosti tkanin je vyvinut software, který nasimuluje tvorbu tkaniny podle zadaných parametrů a udá hodnoty pórovitosti a prodyšnosti.

Následující část je věnována deformacím textilie vznikající vlivem proudícího vzduchu při měření prodyšnosti. Při vystavení textilie proudu vzduchu dochází na textiliích k deformacím, především horizontálnímu a vertikálnímu nárůstu porosity. Hraje zde i významnou roli absolutní velikost póru v jednotlivých pórových buňkách. Horizontální nárůst porosity popisuje vydutí vzorku vlivem proudu vzduchu a zvětšení zkoušené plochy. Tato deformace je výrazná především u pletenin. Vertikální nárůst porosity popisuje oddalování volně flotujících úseků nití a vytváření nových pórů.

Další část je věnována měření prodyšnosti a zařízením na měření prodyšnosti. Zařízení pracují na dvou principech. První skupina zařízení vzduch skrz textiliích nasává. Druhá skupina vzduch protlačuje. Oba tyto principy mají své výhody a nevýhody. V této práci je uveden kontinuální přístroj, který měří prodyšnost po celé délce textilie a udává průměrné hodnoty prodyšnosti celého nábalu. Popsány jsou také speciální měřicí zařízení, např. zařízení na měření prodyšnosti tkanin používaných na výrobu airbegů. Jsou uvedena také zařízení, která měří nejen propustnost vzduchu, ale také propustnost plynů.

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr.1	Prostup vzduchu	14
Obr.2:	Žilní implantát	15
Obr.3	Vlákno se znázorněnými veličinami.....	16
Obr.4	Směry zakroucení.....	17
Obr.5	Objemová definice zaplnění	21
Obr.6	Plošná definice zaplnění	22
Obr.7	Pórová buňka typu 1 definovaná Backerem.....	29
Obr.8	2-D povrch plochy póru typu 1 dle Gooijera	29
Obr.9	Pórová buňka typu 2 definovaná Backerem.....	30
Obr.10	2-D povrch plochy póru typu 2 dle Gooijera	30
Obr.11	Pórová buňka typu 3 definovaná Backerem	31
Obr.12	2-D povrch plochy póru typu 3 dle Gooijera.....	31
Obr.13	Pórová buňka typu 4 definovaná Backerem	32
Obr.14	2-D povrch plochy póru typu 4 dle Gooijera	32
Obr.15	Schéma zjednodušeného 3-D modelu porozity	33
Obr.16	Simulace 3D struktury tkaniny	35
Obr.17	Volně flotující úsek nitě tkaniny v proudu vzduchu	38
Obr.18	Schéma proudění vzduchu přes keprovou vazbu	39
Obr.19	Schéma proudění vzduchu přes atlasovou vazbu	39
Obr.20	Průřez horizontálním pórem vytvořeným v důsledku oddálení volně flotujícího úseku nitě	40
Obr.21	Schéma tkaniny s kanavovou vazbou a – předpoklad rovnoměrných dostav, b – předpoklad nerovnoměrné dostavy	41
Obr.22	Schéma zařízení na měření prodyšnosti	43
Obr.23	Přístroj na měření prodyšnosti TEXTTEST FX 3300	44
Obr.24	Přístroj na zjišťování prodyšnosti SDL M 021 S	45
Obr.25	Přístroj na zjišťování propustnosti vzduchu MEFATEM FF 12/A	46
Obr.26	Variety přístroje č.v. 2104 P1 na měření prodyšnosti	47
Obr.27	Přístroj na měření prodyšnosti BRANCA 37/S	48
Obr.28	Ovládací panel přístroje BRANCA 37/S	48
Obr.29	Digitální přístroj na měření prodyšnosti A0002D	49
Obr.30	Kontinuální přístroj na měření prodyšnosti PROFILAIR FX 3386	50
Obr.31	Blokové schéma zařízení na měření prodyšnosti	51
Obr.32	Přístroj na měření prodyšnosti AKUSTRON	52
Obr.33	Přístroj na měření prodyšnosti FRAZIER, FAP0000LP, FAP0000HP, FAP0000F2A31	53
Obr.34	Přístroj na testování prodyšnosti airbagů Fx 3350	54
Obr.35	Přístroj na měření prodyšnosti plynů VAC – V1.....	54
Obr.36	Přístroj na měření prodyšnosti plynů BTY – B1P	55

SEZNAM TABULEK:

Tab.1	Tvarový faktor	26
Tab. 2	Orientace pórů ve střídě vazby	34

SEZNAM VZORCŮ

(1)	jemnost vlákna	16
(2)	jemnost příze	17
(3)	plošná hmotnost	18
(4)	objemová měrná hmotnost	18
(5)	měrný tlak	19
(6)	dostava tkanin.....	19
(7)	plošná hustota pleteniny	20
(8)	zaplnění	21
(9)	objem vláken	21
(10)	celkový objem hranolu	21
(11)	zaplnění	21
(12)	měrná hmotnost vláken	22
(13)	měrná hmotnost vlákenného útvaru	22
(14)	hmotnost vlákenného útvaru	22
(15)	zaplnění	22
(16)	pórovitost textilie	24
(17)	měrná hmotnost klimatizovaných vláken	24
(18)	vlhkostní faktor	24
(19)	hustota směsi	25
(20)	pórovitost	25
(21)	obecná geometrická statistika	25
(22)	objem mezivláknenných pórů	26
(23)	objem vláken	26
(24)	objem mezivláknenných pórů	26
(25)	obvod příčného řezu vlákna	26
(26)	povrch vláken ve vlákenném útvaru	27
(27)	povrch pórů	27
(28)	geometrická charakteristika pórů	27
(29)	pórovitost	28
(30)	plocha póru typu 1	29
(31)	obvod póru typu 1	29
(32)	pórovitost	29
(33)	plocha póru typu 2	30
(34)	obvod póru typu 2	30
(35)	plocha póru typu 3	31
(36)	obvod póru typu 3	31
(37)	plocha póru typu 4	32
(38)	obvod póru typu 4	32
(39)	podíl otevřené plochy tkaniny	32
(40)	objem nezakřiveného spojovacího úseku osnovní nitě	33
(41)	objem zakřiveného spojovacího úseku osnovní nitě	33
(42)	pórovitost	34
(43)	tlakový rozdíl	36
(44)	plocha deformovaného vzorku	37
(45)	poloměr zakřivení vzorku	37
(46)	plocha deformovaného vzorku	37
(47)	celková plocha pórů vzorku upnutého do přístroje	37
(48)	porosita deformovaného vzorku	38
(49)	plocha poloviny elipsy	39

(50)	délka flotujícího úseku nitě	39
(51)	velikost střídý	40
(52)	počet stříd vazby na 1 m délky	40
(53)	celková plocha průřezů horizontálních pórů	40
(54)	hydraulický průměr pórů	41
(55)	prodyšnost	42

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

obr. – obrázek

tab. – tabulka

resp. – respektive

tzv. – tak zvaný

např. – například

FIS – Mezinárodní svaz lyžařů

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Zkoušení oděvních materiálů, dostupné na <http://www.ft.vslib.cz/database/skripta/data/2003-02-17/12-36-41.pdf>, únor 2006
- [2] Staněk J, Nauka o textilních materiálech Díl 1, Část 4. – Vlastnosti délkových a plošných textilií, Vysoká škola strojní a textilní, Liberec, 1988
- [3] dostupné na www.textiles.nottingham.ac.uk/Workshop2005/CALawrence.pdf leden 2006
- [4] dostupné na www.tpub.com/content/aviation/14218/css/14218_226.htm , leden 2006
- [5] dostupné na www.ntcresearch.org/pdf-rpts/AnRp98/c98-p01.pdf leden 2006
- [6] Neckář B, Dvanáct přednášek z textilního inženýrství, TU 1998 ISBN 80-7083-319 X
- [7] Dostálová, Křivánková, Základy textilní a oděvní výroby, TU 1998 ISBN 80-7083-306-8
- [8] Textilní zkušebnictví dostupné na [www http://www.ft.vslib.cz/ depart /ktm/files/ZKT2dil.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT2dil.pdf)
- [9] Pařilová H., Textilní zbožíznalství, 2. vydání FT TUL 2000, ISBN 80-7083-391-2
- [10] Štočková H, Textilní zbožíznalství – Pleteniny, TU 2001, KHT
- [11] Jirsák, Kalinová, Netkané textilie, TU 2003 ISBN 80-7083-746-2
- [12] Neckář B, Morfologie a strukturní mechanika obecných vláknenných útvarů, TU 1998 ISBN 80-7083-318-1
- [13] Kryštůfek, Machaňová, Odvárka, Prášil, Technologie zušlechťování TU 2002, ISBN 80-7083-560-5
- [14] Malinowska, K., Prace Inst. Wlok., 29, Lodž 1979
- [15] Gooijer H, Flow resistance of textile materials, THESIS UT ENSCHEDE 1998 ISBN 90-36511240
- [16] Havrdová, M.: Hodnocení prodyšnosti plošných textilií. Zpráva o řešení VCT za rok 2003./SRN TUL-VRT/B-PST/TZ-03/4/CZ-CZ.
- [17] dostupné na <http://www.eng.auburn.edu/departement/te/ntc /2003/S00A E06.pdf> ,leden 2006
- [18] Havrdová M, Chování plošných textilií při měření jejich prodyšnosti vzduchu, FT TU Liberec, STRUTEX 2002 ISBN 80-7083-668-7
- [19] dostupné na www.aticorporation.com, leden 2006
- [20] SDL manuál k přístroji Air permeability tester
- [21] dostupné na www.sdlatlas.com, leden 2006
- [22] Manuál k přístroji MEFATEM TUL –KTM
- [23] dostupné na www.polymertest.cz, březen 2006
- [24] Polymertest: přístroj pro stanovení prodyšnosti textilií – návod k obsluze Zlín 2001
- [25] dostupné na www.brancaidealair.it, duben 2006
- [26] dostupné na www.globalspec.com, únor 2006
- [27] Lonková D, Zařízení pro měření prodyšnosti plošných textilií, DP 2004
- [28] dostupné na www.rycobel.be, březen 2006
- [29] dostupné na www.shambhaviimpex.com, leden 2006
- [30] dostupné na http://media.conviveon.com/sites/MS/content/live/90173031ce3fc50f_9e4f9618c006bb5/1033/FX%203350%20Dynamic%20Air%20Permeability%20Tester%20AIRBAG.doc, leden 2006

- [31] dostupné na www.labthinktestinstruments.com, leden 2006
- [32] Backer, S.: The Relationship Between the Structural Geometry of a Textile Faric and Its Physical Properties. Part IV: Interstice Geometry and Air Permeability. Textile Research Journal. October 1951